



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 42 29 500 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
H01 S 3/02
H 01 S 3/091
H 01 S 3/042
H 01 S 3/08

②1 Aktenzeichen: P 42 29 500.9
②2 Anmeldetag: 4. 9. 92
④3 Offenlegungstag: 10. 3. 94

DE 42 29 500 A 1

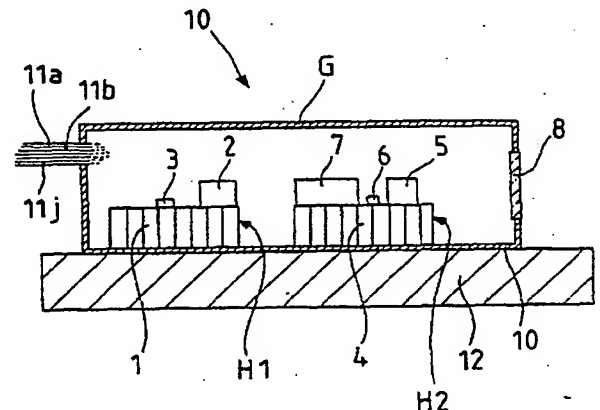
⑦1 Anmelder:
Deutsche Aerospace AG, 80804 München, DE

⑦2 Erfinder:
Heinemann, Stefan, Dipl.-Phys., 8000 München, DE;
Mehnert, Axel, Dipl.-Ing., 8920 Schongau, DE;
Peuser, Peter, Dr., 8012 Riemerling, DE; Schmitt,
Nikolaus, Dipl.-Phys., 8000 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Festkörperlaser-System

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf ein Hybrid-Lasersystem, welches eine Laserdiode, einen Festkörperlaserkristall oder -Glas sowie zwei unabhängige Kühlelemente umfaßt, welche in einem Gehäuse von typisch 25 x 25 x 8 mm untergebracht sind und das Gehäuse über mindestens zehn elektrische Leitungsdurchführungen verfügt sowie eine spezielle Lichtaustrittsöffnung aufweist. Ausführungsbeispiele sind erläutert, eines davon ist in der Figur der Zeichnung skizziert.



DE 42 29 500 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Festkörperlasersystem, das aus bekannten und handelsüblichen Einzelementen zusammengesetzt ist.

Solche Festkörperlasersysteme zählen in den verschiedensten Ausführungsformen zum Stand der Technik. Der Nachteil aller solcher Systeme ist, daß sie nur für einen bestimmten Verwendungszweck oder für eine bestimmte Aufgabe konzipiert und einsetzbar sind und dadurch eine Vielzahl von Spezialtypen erforderlich sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Lasersystem der eingangs genannten Art aufzuzeigen, das — obwohl es nur aus handelsüblichen Bauelementen besteht — nahezu universell, zumindest für eine Vielzahl von Verwendungsmöglichkeiten einsetzbar ist, wobei von einer Grundkonzeption ausgegangen werden kann und in einem relativ großen Rahmen jede Variationmöglichkeit problemlos ausgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 aufgezeigten Maßnahmen in überraschender Weise gelöst. In den Unteransprüchen sind Ausgestaltungen und Weiterbildungen angegeben und in der nachfolgenden Beschreibung sind Ausführungsbeispiele erläutert. Ein Grundauführungsbeispiel ist schematisch in der Figur der Zeichnung skizziert.

Dieses Grundauführungsbeispiel zeigt einen Hybridlaser 10, der nachfolgend detailliert beschrieben ist: In einem Hybridgehäuse G, welches typisch Abmessungen von vorzugsweise $25 \times 25 \times 8$ mm aufweist, ist als Hybridelement H1 auf einem Peltierelement 1 eine Laserdiode 2 aufgebracht, wobei die Verbindung durch Lötung oder Klebung durchgeführt wird, und zwischen Laserdioden-Chip und Peltierelement weitere Elemente (bspw. Heat-spreader etc.) angeordnet werden können. Ebenfalls auf diesem Peltierelement 1 ist ein Element 3 zur Temperaturmessung — beispielsweise ein NTC-Widerstand — angebracht. Die Laserdiode 2 ist so mit aus dem Gehäuse G führenden Leitungen 11a—j kontaktiert, daß sie über eine externe Stromquelle betrieben werden kann. In gleicher Weise sind NTC-Widerstand 3 und Peltierelement 1 kontaktiert, so daß über eine externe Elektronik eine Temperaturregelung und -stabilisierung der Laserdiode 2 erfolgt.

Die vorgenannte Verwendung von Peltierelementen stellt eine bevorzugte Ausführungsform dar, prinzipiell können auch alle anderen Arten von Kühl- und Temperierelementen, wie beispielsweise flüssigkeits- oder Gaskühler, Verwendung finden.

In dem vorgenannten Hybridgehäuse G ist auf einem zweiten Hybridelement H2, das räumlich vom erstgenannten H1 getrennt ist, ein Peltierelement 4 mit einem Festkörperlaserkristall 5 versehen, welcher mit der Laserdiode 1 des H1 optisch gepumpt wird. Auch auf diesem Peltierelement 4 ist ein beispielsweise NTC-Widerstand 6 zur Temperaturregelung aufgebracht. Beide Elemente 4, 6 sind nach außen zur Verbindung mit der externen Elektronik zur Temperaturregelung kontaktiert. Durch dieses zweite Peltierelement ist eine Temperaturregelung des Laserkristalls unabhängig von der Temperatur der Laserdiode möglich.

Zwischen Laserkristall 5 und Laserdiode 2 ist eine Pumpoptik 7 angeordnet. Optional könnte auf diese Pumpoptik verzichtet werden, aber da sie die Arbeitsabstände zwischen Laserdiode 2 und Kristall 5 variabel vergrößern und den Pumplicht-Spottedurchmesser ver-

kleinern kann, ist sie in bezug auf die Universalität des Systems 10 anzuordnen. Hierbei kann es sich beispielsweise um sogenannte Standard-Gradienten-Index-Linsen (GRIN) handeln.

Der Resonator des Festkörperlasers kann auf verschiedene Weise aufgebaut sein. Vorzugsweise wird er aus einem beidseitig monolithisch bedampften Festkörpermaterialelement gebildet, wobei die beiden Spiegel in Form von Dünnschichtbedampfung eines Dielektrikums direkt auf das polierte Lasermaterialelement aufgebracht sind. Eine andere Ausführungsform sieht einen halbmonolithischen oder externen Resonatoraufbau vor. Hier wird einer oder beide Resonatorspiegel auf einem vom Festkörperlasermaterial unterschiedlichen Werkstoff aufgebracht. Eine dritte Ausführungsform sieht ebenfalls einen halbmonolithischen Resonatoraufbau vor, bei dem jedoch innerhalb der Resonatorspiegel weitere Elemente — wie beispielsweise Frequenzvervielfachungskristalle, Aktuatoren, Polarisatoren etc. angeordnet sind.

Bei den letztgenannten beiden halbmonolithischen Ausführungskonzepten sind alle Elemente miteinander so kontaktiert, daß ein rigider, schichtweiser Aufbau — sogenannte "Sandwichbauweise" — entsteht. Dies ist für die Stabilität des Resonators und für die Herstellung der Anordnung von optimierender Bedeutung. Hinter den Resonator sind weitere Elemente optional anbau- bzw. positionierbar, wie beispielsweise Fenster, Filter, Linsen, optische Isolatoren, Analysatoren, holografisch-optische Elemente und insbesondere Lichtwellenleiter.

Der Strahlaustritt der Festkörper-Laserstrahlung aus dem Gehäuse G erfolgt gemäß dem vorbeschriebenen Konzept durch ein Fenster 8, welches vorzugsweise antireflektierend für die Laserwellenlänge zur Reduktion von Verlusten und Rückkopplungseffekten bedampft ist. Optional kann der Strahlaustritt aus dem Gehäuse auch durch einen Lichtwellenleiter erfolgen bzw. durch eines der oben beschriebenen, hinter dem Resonator angeordneten Elemente.

Auf der der Strahlaustrittsöffnung vorzugsweise gegenüberliegenden Seite ist im Gehäuse G eine weitere Öffnung angebracht, nämlich für mindestens zehn Leitungsdurchführungen 11a bis 11j, die zur Kontaktierung der eingebauten elektrischen Elemente erforderlich sind. Auf dem Boden 10 des Gehäuses sind alle Hybridelemente H1, H2 kontaktiert und dieser Boden 10 ist seinerseits auf einer Montageplatte 12 befestigt, die ein Kühlblech oder sonstiges Kühlelement sein kann.

In besonderer Ausgestaltung ist es auch möglich, das Gehäuse G mit weiteren Anschlüssen zu versehen, beispielsweise zur Durchführung von Hochspannung oder Hochfrequenz oder zur Kühlmittelzuleitung. Alle Kontaktierungen werden vorzugsweise durch Klebungen oder Lötungen durchgeführt, wodurch die optischen Elemente bei der Montage bereits in einer justierten Position fixiert werden. Je nach Art der erforderlichen Kontaktierung werden thermisch leitende Klebstoffe, Dickfilme, hoch- und niedrigschmelzende Lote oder Bondverfahren verwendet.

Damit ist ein Hybridlasersystem geschaffen, das sehr variabel in ein einziges Gehäusekonzept zusammen- und einsetzbar ist und damit eine Serienfertigung mit großen Stückzahlen erlaubt.

Patentansprüche

1. Festkörperlasersystem, dessen Einzelemente sich aus bekannten und handelsüblichen Bauelementen zusammensetzen, dadurch gekennzeichnet,

net, daß die Komponenten dieses Systems (10) je nach Bedarf hybride in ein Standard- oder äquivalentes Hybridgehäuse (G) von typisch $25 \times 25 \times 8$ mm integriert sind, welches (G) mit seinem Boden (10) auf einer Montageplatte (12) befestigt und an einer Seite mit einer oder mehreren Leitungsdurchführungen (11a—j) für eine externe Elektronik und Versorgung sowie auf der anderen Seite mit einem Strahlaustrittsfenster oder Lichtwellenleiter (8) versehen ist, und die Komponenten dieses Hybridlasersystems (10) auf Kühl- und Temperaturelemente (1, 4) kontaktiert sind.

2. Festkörperlasersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Hybridbauelement (H1) gebildet wird aus einer Laserdiode (2), die auf einem Peltierelement (1) zusammen mit einem Element zur Temperaturmessung (3) und gegebenenfalls weiteren Montageelementen (heat-spreader etc.) kontaktiert ist, wobei alle Elemente über Leitungen (11a—j) mit einer externen Stromquelle und Elektronik verbunden sind.

3. Festkörperlasersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle Kontaktierungen der Einzelelemente durch Klebstoffe, Dickfilme oder Lote vorgenommen werden.

4. Festkörperlasersystem, nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiteres Hybridelement (H2), welches räumlich vom ersten Hybridelement (H1) getrennt ist, gebildet wird von einem Peltierelement (4) mit einem auf ihm kontaktierten Festkörperlaserkristall (5), dem zur Variierung der Arbeitsabstände in Richtung der Laserdiode (2) des Hybridelementes (H1) eine Pumpoptik (7) zugeordnet und weiterhin ein NTC-Widerstand zur Temperaturregelung angeordnet ist, wobei die Einzelelemente (4—7) über Leitungen (11a—j) mit der externen Stromquelle und Elektronik verbunden sind.

5. Festkörperlasersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonator des Lasers von zwei in Dünnschichtbedampfung eines Dielektrikums direkt auf polierten Flächen des Festkörperlaserkristalls (5) aufgetragenen Spiegelschichten gebildet wird (Monolith).

6. Festkörperlasersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonator halbmonolithisch aufgebaut ist, wobei ein oder zwei der Resonatorspiegel auf einem vom Festkörperlasermaterial unterschiedlichen Material aufgebracht sind.

7. Festkörperlasersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei halbmonolithischem Resonatoraufbau innerhalb des Resonators weitere Elemente, wie beispielsweise Frequenzvervielfachungs-Kristalle, Aktuatoren, Polarisatoren etc., einbringbar sind.

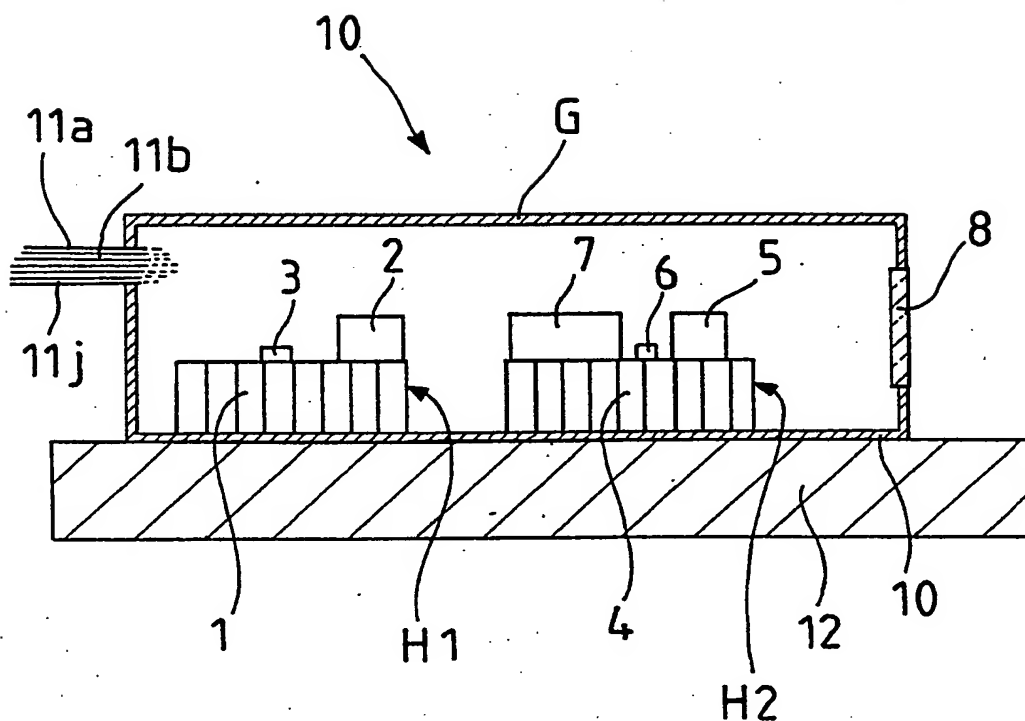
8. Festkörperlasersystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei halbmonolithischem Resonatoraufbau mit weiteren eingebrachten Elementen, alle diese Elemente miteinander in "sandwich-Bauweise" kontaktiert sind.

9. Festkörperlasersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlaustrittsfenster (8) antireflektierend für die Laserwellenlänge beschichtet ist.

10. Festkörperlasersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlaustrittsfenster (8) von einem optischen Isolator,

einem Linsensystem, einem Lichtwellenleiter oder einem anderen optischen Element, wie beispielsweise Filter, Analysator oder holografisch optisches Element gebildet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



DOCKET NO. M+N-IT-477
 SERIAL NO. _____
 APPLICANT: Gustav Müller et al.

PAUL AND GREENBERG P.A.
 P.O. BOX 2480
 HOLLYWOOD, FLORIDA 33022
 TEL. (954) 925-1100